

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-055551

(43)Date of publication of application : 03.03.1995

(51)Int.Cl.

G01H 11/00

G01H 17/00

G08C 15/02

(21)Application number : 05-227916

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD  
YAMARI SANGYO KK  
TOKYO SOKKI KENKYUSHO:KK

(22)Date of filing : 20.08.1993

(72)Inventor : MITSUYAMA YOSHIAKI  
MATSUO MAMORU  
NISHIJIMA TAKEO  
OKANO HARUKI

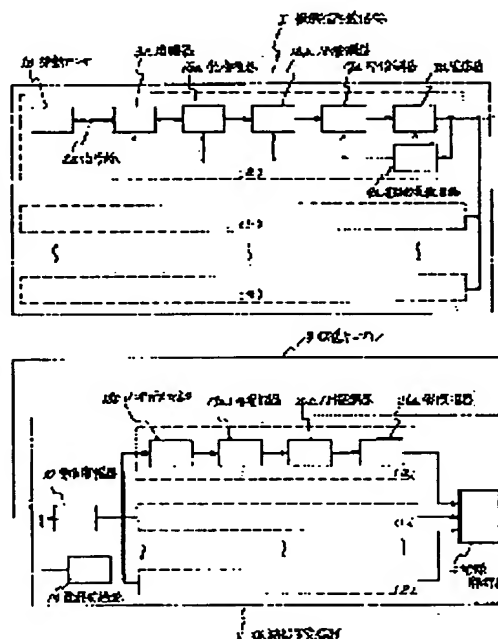
## (54) MEASURING INSTRUMENT FOR VIBRATION AT MULTIPLE POINTS SIMULTANEOUSLY

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an instrument for simultaneously measuring vibrations at multiple points the measurement accuracy of which can be maintained by increasing the number of vibration measuring points and which transmits vibration signals to a receiving section through one transmission cable.

CONSTITUTION: An instrument for simultaneously measuring vibrations at multiple points is provided with a vibration signal transmitting section I composed of (n) vibration sensors 1a-1n corresponding to (n) measuring points, (n) amplifiers 3a-3n, (n) A/D converters 15a-15n, (n) AM modulators 16a-16n, (n) FM modulators 17a-17n, (n) transmitters-receivers 7a-7n, and (n) stabilized power source circuits 9a-9n. The instrument is also provided with a vibration signal receiving section II composed of one receiving amplifier 10, (n) band-pass filters 18a-18n, (n) FM demodulators 19a-19n, (n) pieces of AM demodulators 20a-20n, (n) D/A converters 21a-21n, one record analyzer 4, and one power supplier 14.

The transmitters 7a-7n are connected to the amplifier 10 through one transmission cable 8.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-55551

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 H 11/00		8117-2G		
	17/00	Z 8117-2G		
G 0 8 C 15/02		6964-2F		

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-227916

(22) 出願日 平成5年(1993)8月20日

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(71) 出願人 390007744

山里産業株式会社

大阪府大阪市西区江戸堀1丁目26番15号

(71) 出願人 000151520

株式会社東京測器研究所

東京都品川区南大井6丁目8番2号

(72) 発明者 満山 慶明

長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工  
株式会社長崎研究所内

(74) 代理人 弁理士 塚本 正文 (外1名)

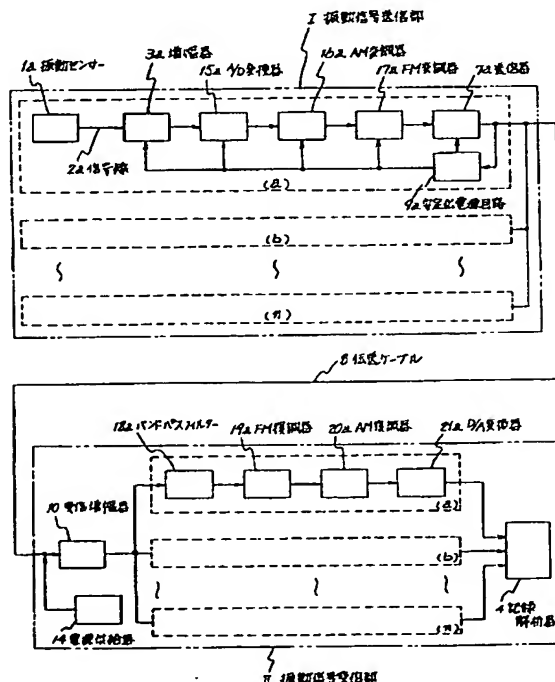
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 多数点同時振動計測装置

## (57) 【要約】

【目的】 振動計測点数を多くとって計測精度を保つとともに1本の伝送ケーブルで振動信号を受信部へ送る多数点同時振動計測装置を提供する。

【構成】 n個所の計測点に対応するn個の振動センサー1a~1nと、n個の増幅器3a~3nと、n個のA/D変換器15a~15nと、n個のAM変調器16a~16nと、n個のFM変調器17a~17nとn個の送信器7a~7n及びn個の安定化電源回路9a~9nとからなる振動信号送信部Iを具えている。また1個の受信増幅器10と、n個のバンドパスフィルター18a~18nと、n個のFM復調器19a~19nと、n個のAM復調器20a~20nと、n個のD/A変換器21a~21nと、1個の記録解析器4及び1個の電源供給器14とからなる振動信号受信部IIを具えている。しかして各送信器7a~7nと受信増幅器10とを1本の伝送ケーブル8で結んでいる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】  $n$  個所の多数点の振動を同時に計測する装置であって、振動を検出する  $n$  個の振動センサーと、 $n$  個の増幅器と、検出された振動信号をディジタル量に変換する  $n$  個の A/D 変換器と、A/D 変換器の出力を振幅変調する  $n$  個の AM 変調器と、AM 変調された信号を更に周波数変調する  $n$  個の FM 変調器と、 $n$  個の送信器及び  $n$  個の安定化電源回路とからなる振動信号送信部と、1 個の受信増幅器と、 $n$  個のバンドパスフィルターと、 $n$  個の FM 復調器と、 $n$  個の AM 復調器と、 $n$  個の D/A 変換器と、1 個の記録解析器及び 1 個の電源供給器とからなる振動信号受信部と、上記振動信号送信部の送信器と上記振動信号受信部の受信増幅器とを結ぶ 1 本の伝送ケーブルとを具えたことを特徴とする多数点同時振動計測装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、船舶、橋梁など大型構造物の振動計測に好適な多数点同時振動計測装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】船舶や橋梁など大型構造物の多数点の振動を同時に計測する装置としては、図 3 系統図に示すように、各計測点に振動センサー 1 a ~ 1 n を配置し、計測室 5 まで各振動センサー毎に信号線 2 a ~ 2 n を配線し、増幅器 3 a ~ 3 n を通して記録解析器 4 によって計測する装置があり、また図 4 系統図に示すような多重伝送装置がある。この多重伝送装置では、各計測点に振動センサー 1 a ~ 1 n、増幅器 3 a ~ 3 n、周波数変調器 6 a ~ 6 n、送信器 7 a ~ 7 n 及び安定化電源回路 9 a ~ 9 n を具え、振動センサー 1 a ~ 1 n 及び増幅器 3 a ~ 3 n で検出された振動信号は、周波数変調器 6 a ~ 6 n により、各計測点ごとに異なった搬送周波数で変調され、送信器 7 a ~ 7 n を介して 1 本の伝送ケーブル 8 を通して計測室 5 へ多重伝送される。またこれらの電源は、同じ伝送ケーブル 8 を介して計測室 5 の電源供給器 14 より送電され、安定化電源回路 9 a ~ 9 n を通して供給される。計測室 5 に設置された受信部は、受信増幅器 10 とそれぞれの計測点の搬送周波数に対応した帯域のバンドパスフィルター 11 a ~ 11 n と復調器 12 a ~ 12 n、信号増幅器 13 a ~ 13 n より構成されており、各計測点ごとの振動信号に復調され、記録解析器 4 によって計測される。

【0003】しかしながら、図 3 に示すような各計測点ごとに信号線を配線する装置は、配線作業に膨大な時間が掛かり、専用の高価な信号線が多量に必要となる欠点がある。また図 4 に示すような各計測点の信号を周波数変調し多重伝送する装置は、前記欠点は解消されるものの、各計測点ごとの搬送周波数復調精度で計測精度が決まるため、搬送周波数信号には、高精度が要求される。

図 5 は復調過程を周波数軸で見た説明図であり、横軸に周波数  $f$ 、縦軸に振幅  $a$  及びゲイン  $G$  を示しており、図 5 (A) は多重化された搬送周波数信号の周波数分析で、各搬送周波数帯域  $f_1 \sim f_n$  に一定振幅の搬送波信号がある。図 5 (B) はバンドパスフィルター遮断特性の例であり、1 つの搬送周波数  $f_i$  にバンドパスフィルターの中心周波数を合致させている。また図 5 (C) は上記バンドパスフィルターの通過信号を示している。これらの図から判るように、搬送周波数復調精度を向上させるためには、搬送周波数帯域幅を大きくするとともに、隣合う搬送周波数成分との振幅差  $\Delta a$  を大きくする必要がある。またこの隣合う搬送周波数の干渉歪 (クロストーク) を小さくするためには、バンドパスフィルターの遮断特性向上とともに、搬送周波数帯域の間隔を大きくとる必要がある。更に搬送周波数信号の波形歪は避けられず、これによってその整数倍周波数成分が発生し、このうち 2 倍成分は図 5 (A) に示すように、各搬送周波数の 2 倍周波数域  $2f_1, 2f_2, 2f_3, 2f_n$  に現れる。この影響をなくすためには、搬送周波数の最高周波数を最低搬送周波数の 2 倍以下にする必要がある。従って計測精度を保つためには、多重伝送できる計測点数が多くとれない欠点がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような事情に鑑みて提案されたもので、振動計測点数を多くとって計測精度を保つことができるとともに 1 本の伝送ケーブルで振動信号を受信部へ送ることができ、ひいては伝送ケーブル配線作業を簡便化するとともに多数点振動計測を高精度化することができる多数点同時振動計測装置を提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】そのために本発明は、 $n$  個所の多数点の振動を同時に計測する装置であって、振動を検出する  $n$  個の振動センサーと、 $n$  個の増幅器と、検出された振動信号をディジタル量に変換する  $n$  個の A/D 変換器と、A/D 変換器の出力を振幅変調する  $n$  個の AM 変調器と、AM 変調された信号を更に周波数変調する  $n$  個の FM 変調器と、 $n$  個の送信器及び  $n$  個の安定化電源回路とからなる振動信号送信部と、1 個の受信増幅器と、 $n$  個のバンドパスフィルターと、 $n$  個の FM 復調器と、 $n$  個の AM 復調器と、 $n$  個の D/A 変換器と、1 個の記録解析器及び 1 個の電源供給器とからなる振動信号受信部と、上記振動信号送信部の送信器と上記振動信号受信部の受信増幅器とを結ぶ 1 本の伝送ケーブルとを具えたことを特徴とする。

## 【0006】

【作用】本発明多数点同時振動計測装置においては、振動信号送信部において、振動センサーにより振動を検出して増幅器により適当な電気信号に変換し、この振動信号を A/D 変換器により 2 進ディジタル信号に変換す

る。この2進デジタル信号は各ビットが“0”か“1”に相当するパルス列がならんだものであり、このデジタル信号を、AM変調器で再現できる任意の周波数 $f_c$ で振幅変調し、更にこの振幅変調した信号をFM変調器で周波数変調 $f_m \sim f_{\omega}$ した後、この信号を送信器で伝送ケーブルに伝送する。なお各振動信号送信器のFM変調周波数帯域 $f_m \sim f_{\omega}$ は、それぞれ別の周波数帯域で変調され伝送されている。

【0007】振動信号受信部では、受信増幅器により多重化された振動信号送信部からの変調信号を受信増幅し、この受信変調信号をFM変調周波数帯域に対応したバンドパスフィルターを介してFM復調器で受けて周波数復調し、更にAM復調器により振幅復調したうえ、D/A変換器によりデジタル信号をアナログ信号に変換する。

【0008】

【実施例】本発明多数点同時振動計測装置の一実施例を図面について説明すれば、図1は系統図、図2は同上におけるデジタル信号、AM変調信号及びFM変調信号の時刻歴波形図である。図1において、 $a \sim n$ はそれぞれ対応した振動信号送信部と振動信号受信部の記号を示す。振動信号送信部Iは、振動センサー1 $a \sim 1n$ 、信号線2 $a \sim 2n$ 、増幅器3 $a \sim 3n$ 、A/D変換器15 $a \sim 15n$ 、AM変調器16 $a \sim 16n$ 、FM変調器17 $a \sim 17n$ と、送信器7 $a \sim 7n$ 及び安定化電源回路9 $a \sim 9n$ で構成されており、振動センサー1 $a \sim 1n$ 及び増幅器3 $a \sim 3n$ で検出された振動信号は、A/D変換器15 $a \sim 15n$ により、図2(A)に示すように、デジタル量に変換される。このデジタル信号“0”、“1”は、AM変調器16 $a \sim 16n$ により、図2(B)に示すように、任意の周波数 $f_c$ で振幅変調された後、更にFM変調器17 $a \sim 17n$ により、図2(C)に示すように、搬送周波数 $a f_m \sim a f_{\omega} \sim n f_m \sim n f_{\omega}$ に周波数変調され、送信器7 $a \sim 7n$ を介して1本の伝送ケーブル8を通して振動信号受信部IIへ多重伝送される。またこれら振動信号送信部Iの電源は伝送ケーブル8を介して振動信号受信部IIの電源供給器14より伝送され、送信部Iの安定化電源回路9 $a \sim 9n$ を通して供給されている。

【0009】振動信号受信部IIは、受信増幅器10と、並列に振動信号送信部Iと同数接続されたバンドパスフィルター18 $a \sim 18n$ 、FM復調器19 $a \sim 19n$ 、AM復調器20 $a \sim 20n$ とD/A変換器21 $a \sim 21n$ で構成されている。1本の伝送ケーブル8で多重伝送された信号は、受信増幅器10で増幅された後、バンドパスフィルター18 $a \sim 18n$ で抽出され、FM復調器19 $a \sim 19n$ とAM復調器20 $a \sim 20n$ によりデジタル量として出力されるとともに、D/A変換器21 $a \sim 21n$ で振動信号にもどし、記録解析器4にて計測される。

【0010】かくしてこの多数点同時振動計測装置では、振動信号をデジタル量に変換し、各ビットの2進数に対応したデジタル信号を搬送周波数で搬送するため、計測精度はデジタル変換するA/D変換器15 $a \sim 15n$ の分解能で決まり、数多くの計測点の信号を1本の伝送ケーブル8で送れるようになる。このため伝送ケーブル8の配線作業が非常に簡単になり、計測精度に伝送ケーブル8の配線環境の影響を受けにくくなるため、安価な平行ビニール線などで遠方の振動を計測できる。なお上記実施例においては各種変形例が考えられ、振動センサー1 $a \sim 1n$ から増幅器3 $a \sim 3n$ 等を変更することにより、各種のアナログ信号を1本の伝送ケーブルで複数点伝送することが可能となる。

【0011】

【発明の効果】要するに本発明によれば、 $n$ 個所の多数点の振動を同時に計測する装置であって、振動を検出する $n$ 個の振動センサーと、 $n$ 個の増幅器と、検出された振動信号をデジタル量に変換する $n$ 個のA/D変換器と、A/D変換器の出力を振幅変調する $n$ 個のAM変調器と、AM変調された信号を更に周波数変調する $n$ 個のFM変調器と、 $n$ 個の送信器及び $n$ 個の安定化電源回路とからなる振動信号送信部と、1個の受信増幅器と、 $n$ 個のバンドパスフィルターと、 $n$ 個のFM復調器と、 $n$ 個のAM復調器と、 $n$ 個のD/A変換器と、1個の記録解析器及び1個の電源供給器とからなる振動信号受信部と、上記振動信号送信部の送信器と上記振動信号受信部の受信増幅器とを結ぶ1本の伝送ケーブルとを具えたことにより、振動計測点数を多くとって計測精度を保つことができるとともに1本の伝送ケーブルで振動信号を受信部へ送ることができ、ひいては伝送ケーブル配線作業を簡便化するとともに多数点振動計測を高精度化することができる多数点同時振動計測装置を得るから、本発明は産業上極めて有益なものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明多数点同時振動計測装置の一実施例の系統図である。

【図2】同上におけるデジタル信号、AM変調信号及びFM変調信号の時刻歴波形図である。

【図3】従来の振動計測装置の系統図である。

【図4】従来の他の振動計測装置の系統図である。

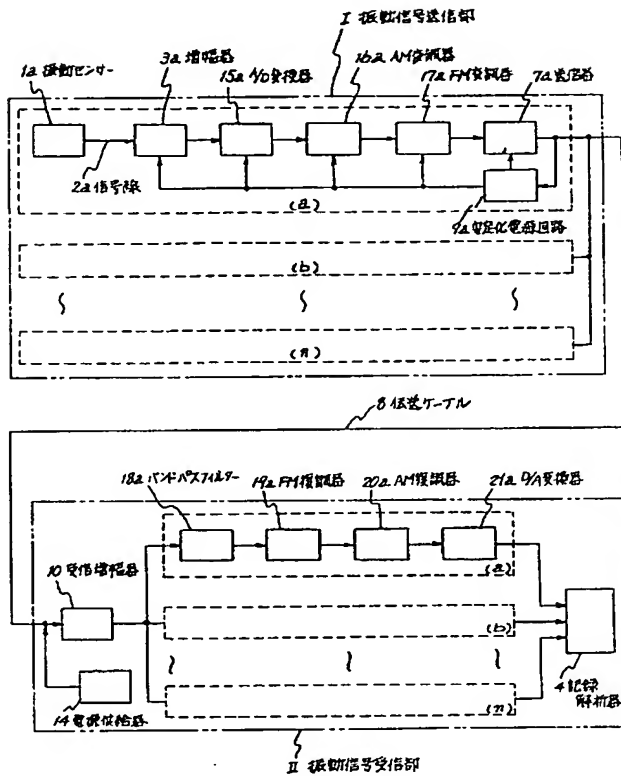
【図5】同上装置の原理説明図である。

【符号の説明】

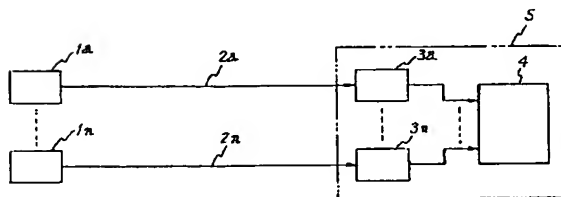
- I 振動信号送信部
- II 振動信号受信部
- 1 $a \sim 1n$  振動センサー
- 2 $a \sim 2n$  信号線
- 3 $a \sim 3n$  増幅器
- 4 記録解析器
- 7 $a \sim 7n$  送信器
- 8 伝送ケーブル

9a~9n 安定化電源回路  
10 受信増幅器  
14 電源供給器  
15a~15n A/D変換器  
16a~16n AM変調器

【図1】

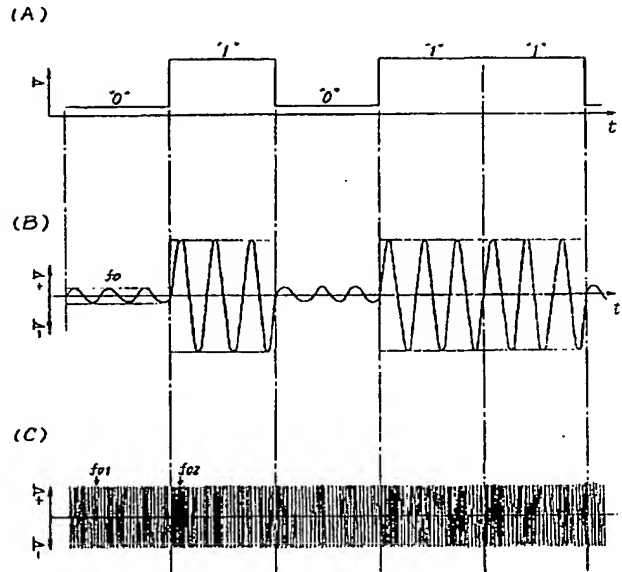


【図3】

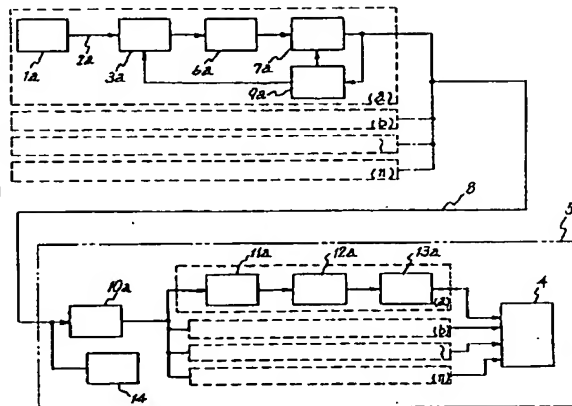


\* 17a~17n FM変調器  
18a~18n バンドパスフィルター  
19a~19n FM復調器  
20a~20n AM復調器  
\* 21a~21n D/A変換器

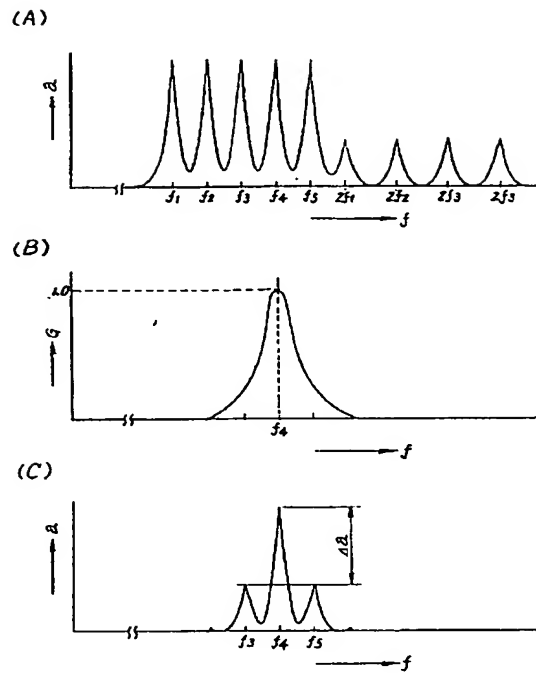
【図2】



【図4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 松尾 守  
長崎市深堀町 5 丁目 717 番 1 号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

(72)発明者 西島 武男  
長崎市元船町 9 番 1 号 山里産業株式会社内

(72)発明者 岡野 晴樹  
群馬県桐生市相生町 4 丁目 247 番地 株式会社東京測器研究所桐生工場内